



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 665 920 A5

⑤ Int. CL<sup>4</sup>: H 01 J 35/02

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑮ Gesuchsnummer: 1363/85

⑳ Anmeldungsdatum: 28.03.1985

㉔ Patent erteilt: 15.06.1988

④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 15.06.1988

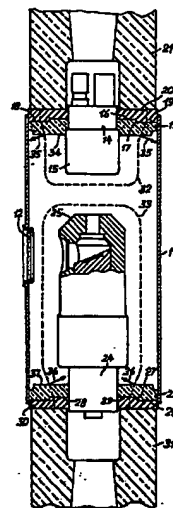
⑦③ Inhaber:  
Gesellschaft für elektronische Röhren Comet  
Bern, Bern

⑦② Erfinder:  
Berger, Engelbert, Niederscherli  
Zickert, Dieter-W., Dr., Fribourg  
Gutknecht, Peter, Dr., Stettlen

⑦④ Vertreter:  
Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich

⑤④ Röntgenröhre mit einem die Anode und die Kathode umgebenden zylindrischen Metallteil.

⑤⑦ Zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit ohne Verwendung innerer Abschirmungen sind bei dieser Röntgenröhre die die Kathode (15) und die Anode (25) tragenden ringscheibenförmigen Keramikisolatoren (13, 23) an ihren vom Innern der Röntgenröhre abgewandten achsialen Endflächen (16, 26) in radialen Richtungen durch eine Stufe (17, 27) abgesetzt zwecks Bildung einer ringförmig verlaufenden achsialen Vertiefung (18, 28). An dem die Kathode (15) tragenden Keramikisolator (13) befindet sich die Vertiefung (18) angrenzend an den äusseren Umfang des Keramikisolators (13). Umgekehrt befindet sich an dem die Anode (25) tragenden Keramikisolator (23) die Vertiefung (28) angrenzend an den inneren Umfang des Keramikisolators (23). Jede der Vertiefungen (18, 28) ist vollständig ausgefüllt mit einem Isoliermaterial (19, 29), dessen Dielektrizitätskonstante kleiner ist als diejenige des Keramikmaterials. Dieses Isoliermaterial (19, 29) ist zweckmässig jeweils eine Partie einer gummielastischen Ringscheibe (20, 30), die an die äussere achsiale Endfläche (16, 26) des betreffenden Keramikisolators (13, 23) angepresst ist.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Röntgenröhre mit einem die Anode und die Kathode umgebenden zylindrischen Metallteil, von welchem zumindest eine der Elektroden Anode und Kathode mittels eines scheibenförmigen Keramikisolators elektrisch isoliert ist, der an einem achsialen Ende des Metallteils angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der scheibenförmige Keramikisolator (13; 23; 113; 123; 213; 223) an seiner vom Innenraum der Röntgenröhre abgewandten achsialen Endfläche (16; 26; 116; 126; 216; 226) in radialen Richtungen stufen- oder rampenförmig ausgebildet ist zur Bildung einer ringförmig verlaufenden achsialen Vertiefung (18; 28; 118; 128; 218; 228), die mit einem Isoliermaterial (19; 29) ausgefüllt ist, dessen Dielektrizitätskonstante kleiner als diejenige des Keramikmaterials ist, und dass im Falle eines die Anode (25) vom Metallteil (11) isolierenden Keramikisolators (23; 123; 223) die Vertiefung radial innen und im Falle eines die Kathode (15) vom Metallteil (11) isolierenden Keramikisolators (13; 113; 213) die Vertiefung radial aussen angeordnet ist.

2. Röntgenröhre nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefung (18; 28; 118; 128; 218; 228) des Keramikisolators (13; 23; 113; 123; 213; 223) ausfüllende Isoliermaterial eine Partie (19; 29) einer gummielastischen Scheibe (20; 30) ist, die in achsialer Richtung an die stufen- oder rampenförmig ausgebildete Endfläche (16; 26; 116; 126; 216; 226) des Keramikisolators angepresst ist.

3. Röntgenröhre nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die gummielastische Scheibe (20; 30) in entspanntem Zustand stufenfreie achsiale Endflächen aufweist, die etwa die gleiche Grösse wie jene des Keramikisolators (13; 23; 113; 123; 213; 223) aufweisen.

4. Röntgenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das die Vertiefung (18; 28; 118; 128; 218; 228) ausfüllende Isoliermaterial (19; 29) Silikonkautschuk mit einer Shore-Härte von vorzugsweise etwa 28 und einer Dielektrizitätskonstante von etwa 3,2 ist.

5. Röntgenröhre nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welcher die Anode und die Kathode je mittels eines scheibenförmigen Keramikisolators vom zylindrischen Metallteil elektrisch isoliert sind, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der scheibenförmigen Keramikisolatoren (13; 23; 113; 123; 213; 223) an seiner vom Innenraum der Röntgenröhre abgewandten achsialen Endfläche (16; 26; 116; 126; 216; 226) in radialer Richtung stufen- oder rampenförmig ausgebildet ist zur Bildung einer ringförmig verlaufenden achsialen Vertiefung (18; 28; 118; 128; 218; 228), die mit einem Isoliermaterial (19; 29) ausgefüllt ist, dessen Dielektrizitätskonstante kleiner als diejenige des Keramikmaterials ist, und dass die Vertiefung (28; 128; 228) des die Anode (25) tragenden Keramikisolators (23; 123; 223) radial innen und die Vertiefung (18; 118; 218) des die Kathode (15) tragenden Keramikisolators (13; 113; 213) radial aussen angeordnet ist.

## BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Röntgenröhre mit einem die Anode und die Kathode umgebenden zylindrischen Metallteil, von welchem zumindest eine der Elektroden Anode und Kathode mittels eines scheibenförmigen Keramikisolators elektrisch isoliert ist, der an einem achsialen Ende des Metallteils angeordnet ist.

Bekannte Röntgenröhren dieser Art weisen im Innenraum des zylindrischen Metallteils Abschirmungen auf, die derart geformt und angeordnet sind, dass das sich auf den innenliegenden Flächen der Keramikisolatoren ergebene elektrische Feld seiner Richtung nach von der Isolatorfläche weg gegen den Innenraum der Röntgenröhre weist. Hierdurch lässt sich weitge-

hend verhüten, dass die von unvermeidbaren Feldmissions-Elektronen getroffenen Innenflächen der Keramikisolatoren sich infolge von Sekundärelektronen-Emission elektrisch aufladen und dadurch die Spannungsfestigkeit der Röntgenröhre herabgesetzt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Röntgenröhre der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher die erwähnten Abschirmungen entbehrlich sind und dennoch an der Innenfläche des oder jedes Keramikisolators das elektrische Feld seiner Richtung nach von der Isolatorfläche weg gegen das Röhreninnere weist.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der scheibenförmige Keramikisolator an seiner vom Innenraum der Röntgenröhre abgewandten achsialen Endfläche in radialen Richtungen stufen- oder rampenförmig ausgebildet ist zur Bildung einer ringförmig verlaufenden achsialen Vertiefung, die mit einem Isoliermaterial ausgefüllt ist, dessen Dielektrizitätskonstante kleiner als diejenige des Keramikmaterials ist, und dass im Falle eines die Anode vom Metallteil isolierenden Keramikisolators die Vertiefung radial innen und im Falle eines die Kathode vom Metallteil isolierenden Keramikisolators die Vertiefung radial aussen angeordnet ist.

Durch diese Ausbildung der Röntgenröhre wird auf überraschend einfache Weise erreicht, dass an der innenliegenden Isolatorfläche das elektrische Feld seiner Richtung nach von der Isolatorfläche weg in das Röhreninnere weist. Zusätzlich ergibt sich die vorteilhafte Wirkung, dass die elektrische Feldstärke an den Orten, an denen die Feldemission vornehmlich einsetzt, nämlich an den sogenannten Triple-Punkten, reduziert ist. Auf der Kathodenseite befindet sich der Triple-Punkt in der löstechnischen Verbindung zwischen dem Keramikisolator und der Hochspannungszuführung im Zentrum des Isolators. Auf der Anodenseite hingegen liegt der Triple-Punkt in der löstechnischen Verbindung zwischen dem Aussenumfang des Keramikisolators und dem zylindrischen Metallteil. Die beiden durch die erfindungsgemässe Ausbildung erzielten Effekte tragen zu einer merklichen Erhöhung der Spannungsfestigkeit der Röntgenröhre bei.

In zweckmässiger Ausgestaltung der erfindungsgemässen Röntgenröhre kann das die Vertiefung des Keramikisolators ausfüllende Isoliermaterial eine Partie einer gummielastischen Scheibe sein, die in achsialer Richtung an die stufen- oder rampenförmig ausgebildete Endfläche des Keramikisolators angepresst ist.

Weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben sich aus der nun folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Röntgenröhre gemäss der Erfindung sowie aus der zugehörigen Zeichnung, anhand welcher die Erfindung rein beispielsweise erläutert wird.

Fig. 1 zeigt einen achsialen Längsschnitt durch eine nach der Erfindung ausgebildete Röntgenröhre mit zugehörigen Anschlussstellen;

Fig. 2 und 3 zeigen je einen achsialen Schnitt durch zwei andere Ausführungsbeispiele des kathodenseitigen Keramikisolators;

Fig. 4 und 5 sind analoge Schnittdarstellungen von zwei weiteren Ausführungsbeispielen des anodenseitigen Keramikisolators.

Gemäss Fig. 1 weist die dargestellte Röntgenröhre einen zylindrischen Metallteil 11 auf, der mit einem vakuumdicht eingesetzten Fenster 12 für den Austritt der Röntgenstrahlung versehen ist. An dem in Fig. 1 oberen achsialen Ende des Metallteils 11 befindet sich ein ringscheibenförmiger Keramikisolator 13, dessen äusserer Umfang mit dem Metallteil 11 vakuumdicht verbunden ist. In der zentralen Durchbrechung des Keramikisolators 13 sitzt ebenfalls vakuumdicht eine Hochspannungsdurchführung 14, welche die Kathode 15 der Röntgenröhre trägt. Die vom Innenraum des Metallteils 11 abgewandte ach-

siale Endfläche 16 des Keramikisolators 13 ist durch eine in Umfangsrichtung verlaufende Stufe 17 radial auswärts abgesetzt, so dass am Keramikisolator 13 angrenzend an seinen äusseren Umfang eine ringförmige achsiale Vertiefung 18 gebildet ist. Diese Vertiefung 18 ist durch eine Partie 19 einer gummielastischen Ringscheibe 20 ausgefüllt, die mittels eines Anschlussteiles 21 auf nicht dargestellte, an sich bekannte Weise an den Keramikisolator 13 angepresst ist. Die gummielastische Ringscheibe 20 weist eine kleinere Dielektrizitätskonstante als der Keramikisolator 13 auf. Zweckmässig befinden sich in den Fugen zwischen dem Keramikisolator 13 und der gummielastischen Ringscheibe 20 wie auch zwischen dem Anschlussteil 21 und der gummielastischen Ringscheibe 20 je eine (in Fig. 1 nicht dargestellte) Schicht Isolationsfett.

An dem in Fig. 1 unteren achsialen Ende des zylindrischen Metallteils 11 befindet sich ebenfalls ein ringscheibenförmiger Keramikisolator 23, dessen äusserer Umfang mit dem Metallteil 11 vakuumdicht verbunden ist. In der zentralen Durchbrechung des Keramikisolators 23 sitzt ebenfalls vakuumdicht eine Hochspannungsdurchführung 24, welche die Anode 25 der Röntgenröhre trägt. Die vom Innenraum des Metallteils 11 abgewandte achsiale Endfläche 26 des Keramikisolators 23 ist durch eine in Umfangsrichtung verlaufende Stufe 27 radial einwärts abgesetzt, so dass am Keramikisolator 23 angrenzend an seinen inneren Umfang eine ringförmige achsiale Vertiefung 28 gebildet ist. Diese Vertiefung 28 ist durch eine Partie 29 einer gummielastischen Ringscheibe 30 vollständig ausgefüllt. Mittels eines Anschlussteiles 31 ist die gummielastische Ringscheibe 30 auf nicht dargestellte, an sich bekannte Weise an den Keramikisolator 23 angepresst. Die gummielastische Ringscheibe 30 weist eine kleinere Dielektrizitätskonstante als der Keramikisolator 23 auf. In den Fugen zwischen dem Keramikisolator 23 und der gummielastischen Ringscheibe 30 wie auch zwischen dem Anschlussteil 31 und der gummielastischen Ringscheibe 30 befindet sich zweckmässig je eine (nicht dargestellte) Schicht Isolationsfett.

Zum Betrieb der beschriebenen Röntgenröhre wird der Metallteil 11 auf Erdpotential gelegt, während an die Kathode 15 eine gegenüber dem Erdpotential negative Spannung durch den Anschlussteil 21 hindurch und an die Anode 25 eine gegenüber dem Erdpotential positive Spannung durch den Anschlussteil 31 hindurch angelegt wird. Im Innenraum der Röhre stellen sich dann Potentiallinien ein, wie sie z.B. durch die gestrichelten Linien 32 und 33 in Fig. 1 angedeutet sind. Infolge der Vertiefung 18 des Keramikisolators 13, welche mit Isoliermaterial 19 mit niedrigerer Dielektrizitätskonstante ausgefüllt ist, nehmen die Potentiallinien 32 im Bereich des Keramikisolators 13 einen von der achsialen Richtung abweichenden, divergierenden Verlauf an, und zwar derart, dass an der ebenen inneren Endfläche 34 des Keramikisolators 13 die zu den Potentiallinien 32 stets rechtwinklig stehenden elektrischen Feldvektoren 35 vom Keramikisolator 13 weg gegen den Innenraum der Röntgenröhre weisende Richtungen haben. Ähnlich hat die Vertiefung 28 des andern Keramikisolators 23, welche mit Isoliermaterial 29 mit niedrigerer Dielektrizitätskonstante ausgefüllt ist, zur Folge, dass die Potentiallinien 33 im Bereich des Keramikisolators 23 einen konvergierenden Verlauf annehmen und deshalb die elektrischen Feldvektoren 36 an der ebenen inneren Endfläche 37 des Keramikisolators 23 von diesem weg gegen das Innere der Röntgenröhre weisende Richtungen haben. Der Winkel zwischen den Feldvektoren 35 bzw. 36 einerseits und der inneren Endfläche 34 bzw. 37 des Keramikisolators 13 bzw. 23 andererseits ist durch den Unterschied der Dielektrizitätskonstanten des Keramikmaterials und des gummielastischen Isoliermaterials durch die radiale Breite und die achsiale Tiefe der Vertiefung 18 bzw. 28 und durch die Abmessungen des Keramikisolators 13 bzw. 23 bestimmt. Weil sowohl auf der Kathodenseite als auch der Anodenseite die elektrische Feldstärke ihrer Richtung nach von der dortigen inneren Endfläche des Keramikisolators 13

bzw. 23 weg ins Innere der Röntgenröhre weist, sind Aufladungen an den Keramikisolatoren 13 und 23 wie auch damit verbundene Feldstärkenüberhöhungen wirksam vermieden. Im Vergleich zu ähnlichen bekannten Röntgenröhren, bei denen die Keramikisolatoren jeweils ebene äussere Endflächen ohne die Stufen 17 und 27 aufweisen, hat die Röntgenröhre gemäss Fig. 1 eine merklich höhere Fugen-Spannungsfestigkeit.

Die geschilderten Vorteile wurden anhand einer Versuchs-Röntgenröhre überprüft und bestätigt gefunden. Die Versuchs-Röntgenröhre mit dem in Fig. 1 gezeigten Aufbau wies Keramikisolatoren 13 und 23 mit einem Aussendurchmesser von 107 mm, einem Innendurchmesser von 45 mm auf. Die achsiale Dickenabmessung der Keramikisolatoren betrug 10 mm und war an der Stelle der Vertiefung 18 bzw. 28 auf 7 mm reduziert, so dass die Stufe 17 bzw. 27 eine Höhe von 3 mm hatte. Die gummielastischen Ringscheiben 20 und 30 bestanden aus Silikonkautschuk mit einer Dielektrizitätskonstante von 3,2 und einer Shorehärte von 28. In unbelastetem Zustand waren die beiden achsialen Endflächen jeder gummielastischen Ringscheibe 20 bzw. 30 eben und parallel, und der Aussendurchmesser betrug 100 mm, der Innendurchmesser 45 mm und die achsiale Dicke 10 mm. Die Röntgenröhre liess sich problemlos mit einer Spannung bis zu 340 kV zwischen Anode und Kathode betreiben.

Praktisch gleich gute Ergebnisse lassen sich erzielen, wenn die Keramikisolatoren etwa gemäss den in den Fig. 2 bis 5 gezeigten Ausführungsbeispielen geformt sind.

Der in Fig. 2 dargestellte Keramikisolator 113 für die Kathodenseite der Röntgenröhre weist an seiner nach aussen zu wendenden achsialen Endfläche 116 zwei in Umfangsrichtung verlaufende Stufen 117 auf, durch welche eine an den Aussenumfang des Keramikisolators angrenzende achsiale Vertiefung 118 gebildet ist.

Das in Fig. 3 gezeigte Beispiel eines Keramikisolators 213 für die Kathodenseite der Röntgenröhre weist an seiner nach aussen zu wendenden achsialen Endfläche 216 eine rampenförmige Abstufung 217 auf, durch die eine an den Aussenumfang des Keramikisolators angrenzende achsiale Vertiefung 218 gebildet ist.

Der in Fig. 4 gezeigte Keramikisolator 123 für die Anodenseite der Röntgenröhre weist an seiner nach aussen zu wendenden achsialen Endfläche 126 zwei in Umfangsrichtung verlaufende Stufen 117 auf, durch die eine an den Innenumfang des Keramikisolators angrenzende achsiale Vertiefung 128 gebildet ist.

Gemäss Fig. 5 kann der Keramikisolator 223 für die Anodenseite der Röntgenröhre aber auch eine rampenförmige Abstufung 227 an der nach aussen zu wendenden achsialen Endfläche aufweisen, so dass eine an den inneren Umfang des Keramikisolators angrenzende achsiale Vertiefung 228 gebildet ist.

Die Vertiefungen 118, 218, 128 und 228 der Keramikisolatoren 113, 213, 123 und 223 gemäss den Fig. 2 bis 5 werden beim Zusammenbau oder Einbau der Röntgenröhre jeweils mit gummielastischem Isoliermaterial, dessen Dielektrizitätskonstante kleiner als diejenige des Keramikmaterials ist, vollständig ausgefüllt.

Bekanntlich gibt es Röntgenröhren, bei denen die Kathode oder die Anode mit dem zylindrischen Metallteil elektrisch leitend verbunden ist. In einem solchen Fall ist jeweils nur die andere Elektrode Anode oder Kathode durch einen Keramikisolator von dem zylindrischen Metallteil isoliert. Die Erfindung ist auch bei solchen Röntgenröhren anwendbar, indem der dann einzige vorhandene Keramikisolator in der vorstehend beschriebenen Weise an seiner vom Inneren der Röntgenröhre abgewandten achsialen Endfläche mit einer Vertiefung versehen ist, die vollständig ausgefüllt ist mit einem Isoliermaterial, dessen Dielektrizitätskonstante kleiner als diejenige des Keramikmaterials ist.

Fig. 1

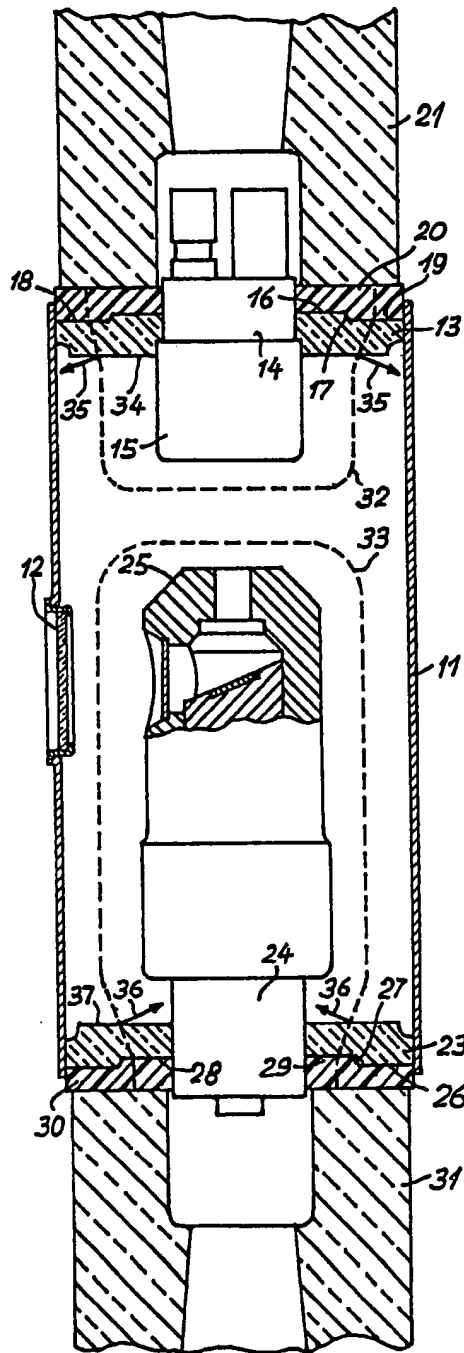


Fig. 2

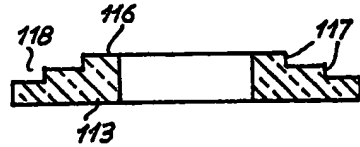


Fig. 3

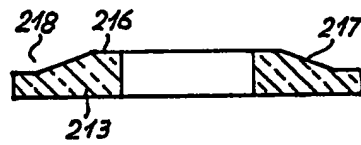


Fig. 4

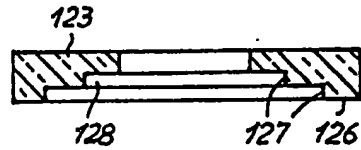


Fig. 5

